

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re application of: **Yoichi ONOSATO**

Group Art Unit: **Not Yet Assigned**

Serial No.: **Not Yet Assigned**

Examiner: **Not Yet Assigned**

Filed: **December 15, 2003**

For: **METHOD FOR MANUFACTURING METAL-COATED OPTICAL FIBER**

CLAIM FOR PRIORITY UNDER 35 U.S.C. 119

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Date: December 15, 2003

Sir:

The benefit of the filing date of the following prior foreign application is hereby requested for the above-identified application, and the priority provided in 35 U.S.C. 119 is hereby claimed:

Japanese Appln. No. 2002-371789, filed December 24, 2002

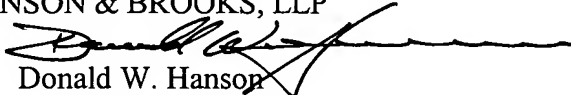
In support of this claim, the requisite certified copy of said original foreign application is filed herewith.

It is requested that the file of this application be marked to indicate that the applicant has complied with the requirements of 35 U.S.C. 119 and that the Patent and Trademark Office kindly acknowledge receipt of said certified copy.

In the event that any fees are due in connection with this paper, please charge our Deposit Account No. 01-2340.

Respectfully submitted,

ARMSTRONG, KRATZ, QUINTOS,
HANSON & BROOKS, LLP


Donald W. Hanson
Attorney for Applicant
Reg. No. 27,133

DWH/jaz
Atty. Docket No. **031296**
Suite 1000
1725 K Street, N.W.
Washington, D.C. 20006
(202) 659-2930



23850

PATENT TRADEMARK OFFICE

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 2 年 1 2 月 2 4 日
Date of Application:

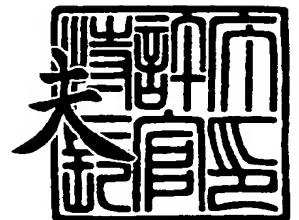
出 願 番 号 特 願 2 0 0 2 - 3 7 1 7 8 9
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 2 - 3 7 1 7 8 9]

出 願 人 住友金属鉱山株式会社
Applicant(s):

2 0 0 3 年 1 1 月 2 1 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康



出証番号 出証特 2 0 0 3 - 3 0 9 6 8 0 0

【書類名】 特許願

【整理番号】 S020222P

【提出日】 平成14年12月24日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G02B 6/44

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都青梅市末広町 1 丁目 6 番 1 号 住友金属鋁山株式会社 電子事業本部内

 【氏名】 小野里 洋一

【特許出願人】

 【識別番号】 000183303

 【住所又は居所】 東京都港区新橋 5 丁目 1 1 番 3 号

 【氏名又は名称】 住友金属鋁山株式会社

 【代表者】 福島 孝一

【代理人】

 【識別番号】 100095223

 【住所又は居所】 東京都豊島区東池袋 1 丁目 4 8 番 1 0 号 2 5 山京ビル 9 0 1 号

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 上田 章三

 【電話番号】 03(3971)8758

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 017455

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

 【物件名】 要約書 1

 【包括委任状番号】 9108811

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 金属被覆された光ファイバの製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

裸芯線とこの先端側の一部を除き裸芯線外表面を被覆する樹脂被覆とを有し、かつ、樹脂被覆から露出する裸芯線の端面部分を除き裸芯線外表面が金属被覆されている光ファイバの製造方法において、

上記樹脂被覆から露出しかつ金属被覆が形成される前の裸芯線外表面に、電解メッキを施すのに必要な厚さを有する無電解メッキ層と電解メッキ層から成る金属の下地層を形成する下地層形成工程と、

下地層が形成された裸芯線に対し光ファイバクリーバを用いた端面処理により裸芯線の端面部分を露出させる端面処理工程と、

端面処理された裸芯線に対し電解メッキ処理を施して表面層としての金属被覆を形成する表面層形成工程、
を具備することを特徴とする金属被覆された光ファイバの製造方法。

【請求項 2】

上記下地層が、厚さ $0.01 \sim 1.5 \mu\text{m}$ の無電解 Ni メッキ層とこの無電解 Ni メッキ層上に形成された厚さ $0.03 \sim 0.1 \mu\text{m}$ の電解 Au メッキ層から成ることを特徴とする請求項 1 記載の金属被覆された光ファイバの製造方法。

【請求項 3】

上記表面層が、電解 Ni メッキ層とこの電解 Ni メッキ層上に形成された電解 Au メッキ層から成ることを特徴とする請求項 1 または 2 記載の金属被覆された光ファイバの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、光通信モジュールの筐体内に収容された光通信、光計測等に用いられる光素子と光学的接続される光ファイバの製造方法に係り、特に、樹脂被覆か

ら露出する裸芯線外表面が金属被覆されかつその先端が端面処理された光ファイバを簡便に製造できる光ファイバの製造方法に関するものである。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

【0 0 0 3】

【特許文献 1】

特開平 0 7 - 2 7 9 5 2 号公報（請求項 5、請求項 6）

【0 0 0 4】

筐体内に光素子が収容されている光通信モジュールは、結露等により光素子が破壊されるのを防止するため、筐体の内側と外側を遮断するための気密封止構造を有している。

【0 0 0 5】

この気密封止構造については、今までに多くの方法が提案され実用化されている。例えば、図 2 に示すような金属スリーブ 1 を用いて樹脂被覆された光ファイバ 1 0 を光通信モジュールの筐体 2 0 内に挿入させる際に、金属スリーブ 1 の貫通孔に対応した部位の樹脂被覆 1 1 を除去して光ファイバ 1 0 の裸芯線 1 2 を露出させ、かつ、露出させた裸芯線 1 2 外表面を金属被覆すると共に、金属被覆された部位を半田 2 にて封止し、更に、上記金属スリーブ 1 を半田 3 若しくはシーム溶接にて光通信モジュールの筐体 2 0 に取付る方法、あるいは、金属スリーブ 1 を用いずに上記裸芯線 1 2 の金属被覆された部位を光通信モジュールの筐体 2 0 に設けた貫通孔に通し、裸芯線 1 2 と上記筐体 2 0 とを半田にて直接取付け、封止する等の方法が採られている。

【0 0 0 6】

また、筐体 2 0 内に収容された光素子（図示せず）と上記光ファイバ 1 0 との光学的接合を図る方法としては、光ファイバ 1 0 の樹脂被覆 1 1 から露出する裸芯線 1 2 端面を研磨処理する方法が採られている。

【0 0 0 7】

尚、光ファイバ 1 0 を光通信モジュールの筐体 2 0 内に固定する方法については、樹脂被覆 1 1 から露出する裸芯線 1 2 端面を研磨しこの裸芯線 1 2 を合成石

英ガラス若しくは金属製のキャピラリ 4 に通して接着剤や半田で固定すると共に光素子に対し光学調整を行った後に光通信モジュールの筐体 20 内に上記キャピラリ 4 を固定して行う方法、あるいは、上記キャピラリ 4 に裸芯線 12 を固定し、かつ裸芯線 12 端面を研磨すると共に光素子に対し光学調整を行った後に光通信モジュールの筐体 20 内にキャピラリ 4 を固定して行う方法等が採られている。

【0008】

このように半田を用いて気密封止する光ファイバは上述したように樹脂被覆 11 から露出する裸芯線 12 の外表面に金属被覆が施され、かつ、光素子との光学的な接続をとるため裸芯線 12 端面は精密に研磨されて端面処理されている。

【0009】

ところで、上記裸芯線 12 に対する端面処理については、裸芯線 12 外表面に金属被覆が施されていない場合にはへき開法を応用した既存の光ファイバクリーバを用いて簡単に行うことができる。従って、裸芯線 12 に対する上記端面処理については、上述の研磨法を採らずに光ファイバクリーバを用いた処理法が採用できるなら、製造作業の簡便化を図ることが可能となる。

【0010】

しかし、気密封止のために裸芯線 12 外表面に金属被覆が施されている上述の光ファイバにおいては、例えば、金属被覆の下地層として無電解 Ni メッキ層が、また表面層として電解 Au メッキ層が形成され、その全体の膜厚は $1 \sim 3 \mu\text{m}$ 程度ある。従って、上記光ファイバクリーバを用いて端面処理を行った場合、光ファイバの裸芯線は金属被覆で保護された状態にあるため、へき開に必要なノッチ傷（打痕）を適切に付与することが難しく、その破断面について光の入力にふさわしい端面形状に処理できない問題があった。また、仮に光の入力にふさわしい端面形状が得られたとしても、金属被覆の破断面に発生する金属箔が光ファイバの入射端面を覆ってしまったり、その破断面に起因して裸芯線に形成された金属被覆が経時的に剥離し易くなる等の問題があった。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】

この様な問題を解決するため、特許文献 1 においては、光ファイバ裸芯線の金

属被覆処理の際、光ファイバクリーバによって切断しようとする部位に予めマスク材を用いて行ったり、あるいは、光ファイバ裸芯線の金属被覆処理後において上記切断しようとする部位の金属被覆をエッチングにより除去する方法等を提案しているがいずれの方法も製造工程を煩雑にさせる弊害を有していた。

【0012】

本発明はこの様な問題点に着目してなされたもので、その課題とするところは、半田による気密封止を可能とする金属被覆が裸芯線外表面に設けられかつ光素子との光学的接続に必要な裸芯線端面を有する光ファイバについて従来法より簡便に製造できる光ファイバの製造方法を提供することにある。

【0013】

【課題を解決するための手段】

すなわち、請求項1に係る発明は、

裸芯線とこの先端側の一部を除き裸芯線外表面を被覆する樹脂被覆とを有し、かつ、樹脂被覆から露出する裸芯線の端面部分を除き裸芯線外表面が金属被覆されている光ファイバの製造方法を前提とし、

上記樹脂被覆から露出しかつ金属被覆が形成される前の裸芯線外表面に、電解メッキを施すのに必要な厚さを有する無電解メッキ層と電解メッキ層から成る金属の下地層を形成する下地層形成工程と、

下地層が形成された裸芯線に対し光ファイバクリーバを用いた端面処理により裸芯線の端面部分を露出させる端面処理工程と、

端面処理された裸芯線に対し電解メッキ処理を施して表面層としての金属被覆を形成する表面層形成工程、
を具備することを特徴とする。

【0014】

また、請求項2に係る発明は、

請求項1記載の発明に係る光ファイバの製造方法を前提とし、

上記下地層が、厚さ $0.01 \sim 1.5 \mu\text{m}$ の無電解Niメッキ層とこの無電解Niメッキ層上に形成された厚さ $0.03 \sim 0.1 \mu\text{m}$ の電解Auメッキ層から成ることを特徴とし、

請求項 3 に係る発明は、

請求項 1 または 2 記載の発明に係る光ファイバの製造方法を前提とし、

上記表面層が、電解 Ni メッキ層とこの電解 Ni メッキ層上に形成された電解 Au メッキ層から成ることを特徴とするものである。

【0015】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態について詳細に説明する。

【0016】

まず、本発明に係る光ファイバの製造方法は、光ファイバの樹脂被覆が除去された裸芯線外表面に電解メッキを施すのに必要な厚さを有する無電解メッキ層と電解メッキ層から成る金属の下地層を形成した後、光ファイバクリーバを用いて端面処理を行い、その後、電解メッキ処理により表面層としての金属被覆を形成することを特徴としている。

【0017】

そして、この製造方法においては、光ファイバクリーバを用いた端面処理の後に表面層としての金属被覆を形成する方法のため下地層としての金属被覆の膜厚を薄く設定することができる。このため、下地層の金属被覆が裸芯線外表面に存在していても光ファイバクリーバを用い良好に破断することができかつ破断面に金属箔が発生することもない。

【0018】

更に、端面処理が施された後に電解メッキ処理にて表面層としての金属被覆を形成しているため、下地層の存在しない裸芯線端面（すなわち光入射面）に金属被覆が形成されることもない。

【0019】

従って、樹脂被覆から露出する裸芯線外表面が金属被覆されかつその先端が端面処理された光ファイバを簡便に製造することが可能となる。

【0020】

ここで、電解メッキを施すのに必要な厚さを有する無電解メッキ層と電解メッキ層から成る上記下地層としては任意の構成が可能であるが、無電解 Ni メッキ

層と電解Auメッキ層の組合せの構成が好ましい。無電解Niメッキ層は裸芯線を構成する石英との付着力が良好な性質を有し、かつ、硬度が高くへき開法により裸芯線を切断するのに有利であるからである。また、電解Auメッキ層は無電解Niメッキ層の酸化を防止しかつクリーバカット後の電解メッキ層（表面層）との密着性が良好な性質を有するからである。

【0021】

尚、無電解Niメッキ層と電解Auメッキ層とで上記下地層を構成した場合、無電解Niメッキ層の厚さは $0.01\mu\text{m}$ ～ $1.5\mu\text{m}$ の範囲に設定するとよい。 $0.01\mu\text{m}$ 未満では薄過ぎて以後の電解メッキ処理に支障を来す場合があり、また、 $1.5\mu\text{m}$ を越えると光ファイバクリーバを用いた端面処理の際に光の入射に対し特に良好な裸芯線端面が得難い場合があるからである。また、電解Auメッキ層は $0.03\mu\text{m}$ ～ $0.1\mu\text{m}$ の範囲に設定するとよい。 $0.03\mu\text{m}$ 未満では無電解Niメッキ層表面を覆い尽くすことが困難な場合があり、また、 $0.1\mu\text{m}$ を越えると光ファイバクリーバを用いた端面処理の際に良好な裸芯線端面が得難い場合があるからである。

【0022】

次に、表面層の電解メッキ層としては半田との濡れ性を考慮して適宜選定されるが、好ましくは電解Niメッキ層と電解Auメッキ層とで構成することが望ましい。尚、表面層の電解メッキ層を電解Niメッキ層と電解Auメッキ層とで構成した場合、例えばAu/20Sn半田付けを行うと、熔融半田にAu、Niが溶ける「半田食われ」と呼ばれる現象が発生する。この様な「半田食われ」現象が生じて裸芯線表面に石英が露出すると半田濡れ性が悪化することがある。従って、表面層を構成する電解Niメッキ層の厚さは、 $0.5\mu\text{m}$ 以上が好ましい。但し、 $4.0\mu\text{m}$ を越えると光ファイバを曲げた際に曲げた状態が維持される非可逆性が生ずることがあるため、望ましくは $4.0\mu\text{m}$ 以下がよい。また、表面層の上記電解Auメッキ層は、その下側に位置する電解Niメッキ層の酸化を防止し半田濡れ性を向上させる機能を有する。そして、電解Niメッキ層が酸化すると半田への濡れ性が悪化してしまうため、電解Niメッキ層の酸化を防止するには上記電解Auメッキ層の厚さは $0.05\mu\text{m}$ 以上が好ましい。また、電解A

uメッキ層は半田への溶解速度が速いため濡れ性が大幅に向上する。但し、厚さが $1.0\mu\text{m}$ を越える電解Auメッキ層を設けても酸化防止および半田濡れ性の効果はそれ程向上しないため、経済的な観点から上記電解Auメッキ層の厚さは $1.0\mu\text{m}$ 以下が好ましい。

【0023】

尚、表面層の電解メッキ層を上記電解Niメッキ層と電解Auメッキ層とで構成した場合、99.9%以上の純度を有するNiおよびAuメッキ層であることが望ましい。

【0024】

【実施例】

以下、本発明の実施例について具体的に説明する。

【0025】

[実施例1～7、比較例1～2]

図1(A)に示すように光ファイバ10の樹脂被覆(一次樹脂被覆13と二次樹脂被覆14とで構成される)11を剥離除去して、線径 $125\mu\text{m}$ 、長さ30mmの裸芯線12を裸出させた後、この裸芯線12表面をアルカリ洗浄、酸洗浄、化学研磨等の前処理を施した。

【0026】

次いで、Sn塩やカップリング剤等を含む溶液に浸漬して裸芯線12の表面調整を行った。その後、Pd塩溶液にて触媒化し、還元タイプの無電解メッキ浴を用いて無電解Niメッキ処理を施して下地層50の無電解Niメッキ層15を形成した。その後、市販の純Auメッキ液にて高純度のAuを電解メッキし、下地層50の電解Auメッキ層16を形成した。

【0027】

尚、実施例1～7の下地層50としての無電解Niメッキ層15および電解Auメッキ層16の膜厚を以下の表1に示す。

【0028】

また、比較例として、比較例1には半田による気密封止が可能な膜厚 $0.05\mu\text{m}$ の無電解Niメッキ層、膜厚 $2.0\mu\text{m}$ の電解Niメッキ層、膜厚 $0.2\mu\text{m}$

mの電解Auメッキ層がそれぞれ順に裸芯線表面に施されたものを、比較例2には下地層として膜厚 $0.5\mu\text{m}$ の無電解Niメッキ層だけが裸芯線表面に施されたものを準備した。

【0029】

次に、市販されている光ファイバクリーバの機器の設定を、実施例1～7、比較例1～2のそれぞれの膜厚について最適な状態にセットした後、図1(B)に示すように端面処理を行った。この端面処理が施された実施例1～7、比較例1～2それぞれの裸芯線端面について走査型電子顕微鏡(SEM)にて観察を行った。その結果、比較例1を除き、光の入射面として十分な端面が得られていた。また、比較例1の端面は破断面が荒れており、端面近傍に金属被覆の破断面に発生する金属箔の存在が確認された。また、実施例1～7、比較例1～2の光ファイバに導光しその光学的特性を評価したところ、比較例1の場合、光のモード形状が乱れていた。尚、これ等の結果も以下の表1に示す。

【0030】

次に、比較例1を除き、端面処理が施された実施例1～7、比較例2の各光ファイバの下地層上にスルファミン酸Niメッキ液にて高純度のNiを電解メッキし、図1(C)に示すように表面層60の電解Niメッキ層17を形成した。更に、市販の純Auメッキ液にて高純度のAuを電解メッキし、表面層60の電解Auメッキ層18を形成した。

【0031】

そして、表面層60を構成する膜厚 $2.0\mu\text{m}$ の電解Niメッキ層17および膜厚 $0.2\mu\text{m}$ の電解Auメッキ層18が施された実施例1～7、比較例2の各光ファイバを上述した方法により製造したところ、実施例1～7は電解メッキにより良好な表面層が形成されたが、比較例2は電解メッキによる良好な表面層が形成されず、不均一な表面層となった。尚、これ等の結果も以下の表1に示す。

【0032】

次に、実施例1～7、比較例2における各光ファイバの裸芯線をステンレス製の金属スリーブに設けた内径 $135\mu\text{m}$ の貫通孔に挿入し、裸芯線と金属スリーブをAuSn半田を用いて半田付けした。尚、金属スリーブには、金属スリーブ

と Au Sn 半田の濡れ性工場のために Ni / Au メッキを施した。

【0033】

そして、金属スリーブを取付けた各光ファイバについて、He リーク試験により半田付け部の気密状態を調べたところ、実施例 1 ～ 7 の光ファイバではリークが見られず全て良好な半田付け性が確認されたが、比較例 2 の光ファイバではリークが見られ良好な半田付けが得られなかった。尚、これ等の結果も以下の表 1 に示す。

【0034】

【表 1】

	下 地 層		カット後の 端面の状態	光学的 特性	表 面 層		表面層 の 成膜状 態	半田 付け性
	無電解 Niメッキ層 の 膜厚 [μm]	電解 Auメッキ層の 膜厚 [μm]			電解 Ni メッキ層の 膜厚 [μm]	電解 Au メッキ層の 膜厚 [μm]		
実施例 1	0.01	0.05	優良	優良	2.0	0.2	優良	優良
実施例 2	0.05	0.05	優良	優良	2.0	0.2	優良	優良
実施例 3	0.1	0.05	優良	優良	2.0	0.2	優良	優良
実施例 4	0.5	0.05	優良	優良	2.0	0.2	優良	優良
実施例 5	1.0	0.05	優良	良	2.0	0.2	優良	優良
実施例 6	0.5	0.1	優良	良	2.0	0.2	優良	優良
実施例 7	1.5	0.05	優良	良	2.0	0.2	優良	優良
比較例 1	0.05	電解 Ni : 2.0 電解 Au : 0.2	不良	不良	—	—	—	—
比較例 2	0.5	—	優良	優良	(2.0)	(0.2)	不均一	不良

【0035】**【発明の効果】**

本発明に係る金属被覆された光ファイバの製造方法によれば、
光ファイバクリーバを用いた端面処理の後に表面層としての金属被覆を形成する方法のため下地層としての金属被覆の膜厚を薄く設定することができる。

【0036】

このため下地層の金属被覆が裸芯線外表面に存在していても光ファイバクリーバを用い良好に破断することができかつ破断面に金属箔が発生することもない。

【0037】

更に、端面処理が施された後に電解メッキ処理にて表面層としての金属被覆を形成しているため、下地層の存在しない裸芯線端面に金属被覆が形成されることもない。

【0038】

従って、樹脂被覆から露出する裸芯線外表面が金属被覆されかつその先端が端面処理された光ファイバを簡便に製造することが可能となる効果を有する。

【図面の簡単な説明】**【図1】**

図1（A）～図1（C）は本発明に係る光ファイバの製造工程を示す説明図。

【図2】

光通信モジュールの気密封止構造を示す説明図。

【符号の説明】

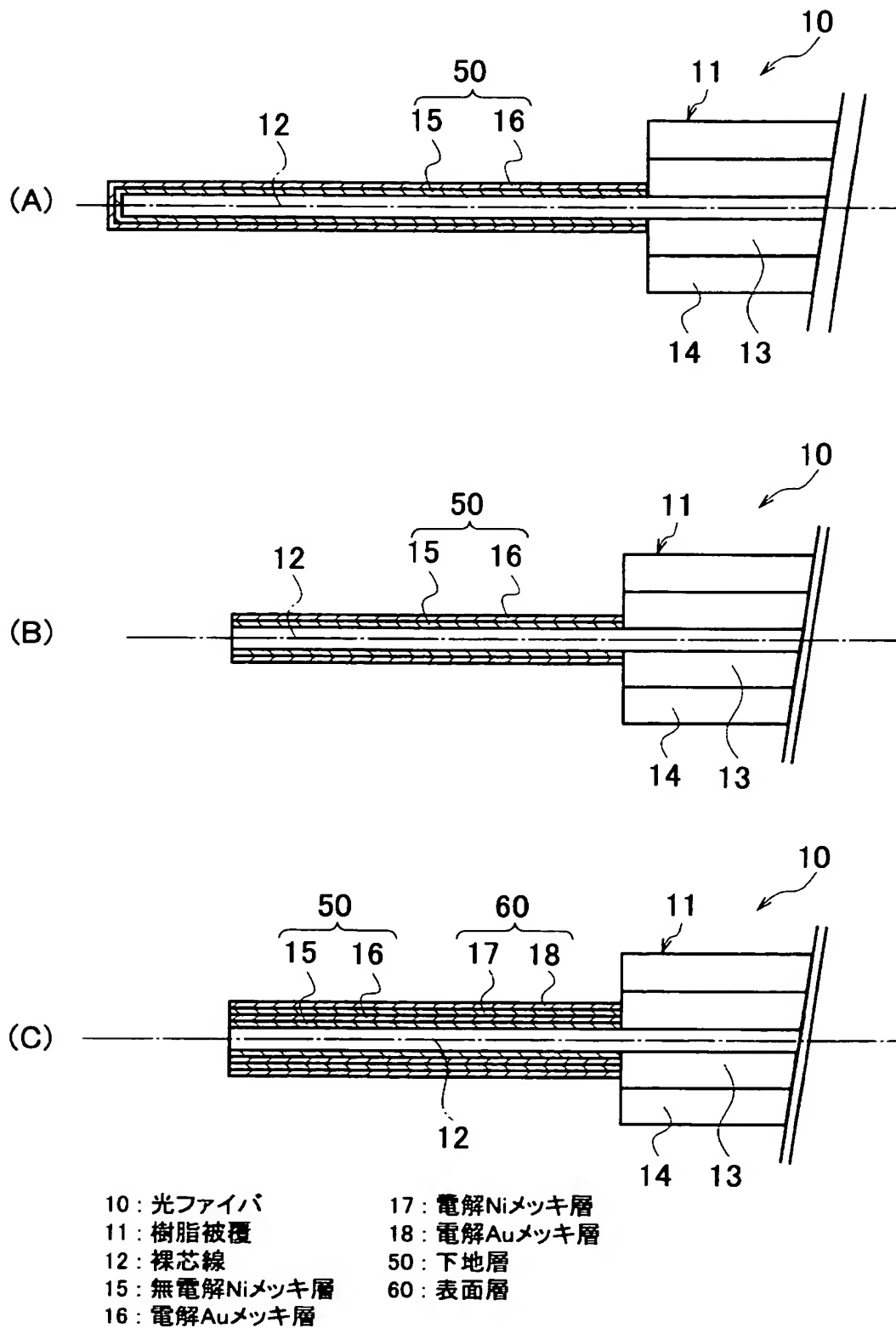
- 10 光ファイバ
- 11 樹脂被覆
- 12 裸芯線
- 15 無電解Niメッキ層
- 16 電解Auメッキ層
- 17 電解Niメッキ層
- 18 電解Auメッキ層
- 50 下地層



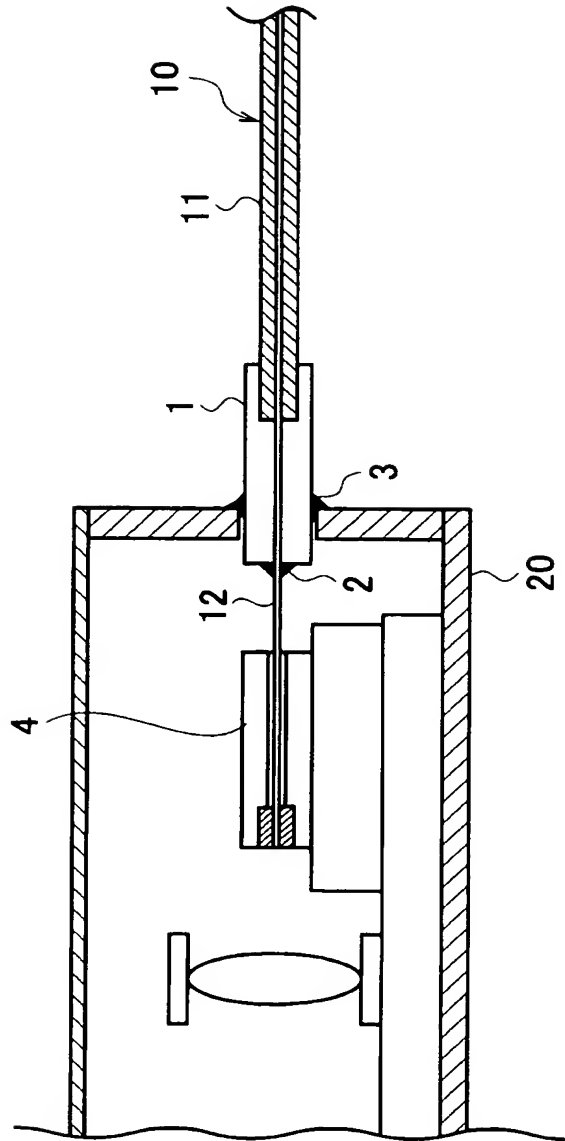
6 0 表面層

【書類名】 図面

【図 1】



【図 2】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 裸芯線12外表面が金属被覆されその先端が端面処理された光ファイバ10を簡便に製造できる光ファイバの製造方法を提供すること。

【解決手段】 この製造方法は、樹脂被覆11から露出し金属被覆が形成される前の裸芯線12外表面に無電解Niメッキ層15と電解Auメッキ層16から成る下地層50を形成する工程と、下地層50形成後の裸芯線12に対し光ファイバクリーバを用いた端面処理により裸芯線端面部分を露出させる工程と、端面処理された裸芯線に対し電解メッキ処理を施して表面層60としての電解Niメッキ層17と電解Auメッキ層18を形成する工程の各工程を具備することを特徴とする。

【選択図】 図1

特願 2 0 0 2 - 3 7 1 7 8 9

出 願 人 履 歷 情 報

識別番号

[0 0 0 1 8 3 3 0 3]

1 . 変 更 年 月 日

1 9 9 0 年 8 月 6 日

[変 更 理 由]

新 規 登 録

住 所

東 京 都 港 区 新 橋 5 丁 目 1 1 番 3 号

氏 名

住 友 金 属 鉾 山 株 式 会 社